



机械通气

广州中医药大学第二临床医学院
急诊教研室 张文青

一、概述

- **机械通气**是在呼吸机的帮助下，以维持气道通畅、改善通气和氧合、防止机体缺氧和二氧化碳蓄积，为使机体有可能度过基础疾病所致的呼吸功能衰竭，为治疗基础疾病创造条件。
- **机械通气**是利用机械装置来代替、控制或改变自主呼吸运动的一种通气方式。

无创呼吸机



无创呼吸机



机械通气的目的

1. 纠正急性呼吸性酸中毒
2. 纠正低氧血症
3. 降低呼吸功耗，缓解呼吸肌疲劳
4. 防止肺不张
5. 为安全使用镇静和肌松剂提供通气保障
6. 稳定胸壁

呼吸机治疗适应证

- 临床上应用于呼吸衰竭的表现，如：
呼吸困难、呼吸欲停、咳嗽无力、发绀或意识障碍、循环功能障碍等。

呼吸机治疗适应证的生理指标

■ 成人的呼吸生理指标达到下列标准的任何一项时，即应开始机械通气治疗：

1. 呼吸频率 > 30 次/分或 $<$ 正常呼吸频率 $1/3$ 。
2. 肺活量 $< 10 \sim 15$ ml/kg。
3. $F_i O_2 \geq 0.4$ 时 $P_a O_2 < 82$ mmHg，即氧合指数 ≤ 200 mmHg
4. $P_{(A-a)} O_2 > 50$ mmHg ($F_i O_2 = 0.21$ ，吸空气)者。
5. $P_a CO_2 > 50$ mmHg(慢性阻塞性肺疾患除外)且有继续升高趋势，或出现精神症状。
6. 生理无效腔/潮气量 $> 60\%$ 。
7. 肺内分流 (Q_S/Q_T) $> 15\%$ 。（正常：2~5%）
8. 呼吸疲劳，最大吸气压力 < 25 cmH₂O (闭合气路，努力吸气时的气道负压)。

拓展-----肺内分流

- 每一次右心室搏出的血液均进入肺循环，经过氧合作用后流回左心。生理条件下，心排血量（ Q_t ）只有很小部分未经氧合直接回入左心，此部分血量称为**解剖分流**，一般均在**5%**以下。
- 在病理情况下，如因炎性渗出液或水肿液充满肺泡腔或因肺不张肺泡完全萎陷（肺泡通气不足）时，吸入气完全不能进入该病变区肺泡内，虽然血流仍经过此区域但不能进行气体交换，含还原血红蛋白的静脉血直接回入左心，宛如有右至左的分流存在。此部分因病理原因引起的分流和解剖分流的总和称为**肺内分流**（ Q_s ）。

不同基础疾病，机械通气治疗适应症的选择

- 1) **COPD**患者慢性呼吸衰竭急性恶化合理氧疗后，PH值7.2，仍 $\text{PaO}_2 < 45 \text{ mmHg}$, $\text{PaCO}_2 > 75 \text{ mmHg}$ ；潮气量 $< 200 \text{ ml}$ ，呼吸频率35次/分；有早期肺性脑病改变。
- 2) **支气管哮喘持续状态** 常规治疗后，出现下述情况之一：呼吸抑制，神志不清；出现呼吸肌疲劳现象； PaO_2 逐渐下降， $\text{PaO}_2 < 50 \text{ mmHg}$, PaCO_2 逐渐升高， $\text{PaCO}_2 > 50 \text{ mmHg}$ ；一般状态逐渐恶化。
- 3) **ARDS** 经数小时高浓度（60%）氧疗后仍 $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$ 或 $\text{PaO}_2 > 60 \text{ mmHg}$ ，但合并呼吸性酸中毒存在。

不同基础疾病，机械通气治疗适应症的选择

- 4) 头部创伤、神经肌肉疾患引起的呼吸衰竭。
- 5) 因镇静剂过量等导致呼吸中枢抑制而引起的呼吸衰竭。吸氧后改善不理想，或呼吸频率30-40次/分，咳嗽反射减弱、咳痰无力时。
- 6) 心肌梗死或充血性心力衰竭合并呼吸衰竭吸氧浓度已达60%以上，仍 $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$ ，可谨慎进行机械通气（宜采用压力支持等模式）。
- 7) 用于预防目的的机械通气治疗：开胸手术、脓毒症、休克或严重外伤。

呼吸机治疗的相对禁忌证

- 大咯血、低血容量性休克未补充血容量
- 伴有肺大泡的呼吸衰竭
- 未经引流的高压气胸，尤其是张力性气胸
- 急性心肌梗死并心源性休克

使用前准备

- **患者准备** 与患者及家属沟通，行有创辅助通气的患者，事先建立人工气道。
- **器械准备** 用品、湿化用水。
- **器械检查** 各管道的连接紧密性，以及送气道或呼气道内活瓣灵敏性。

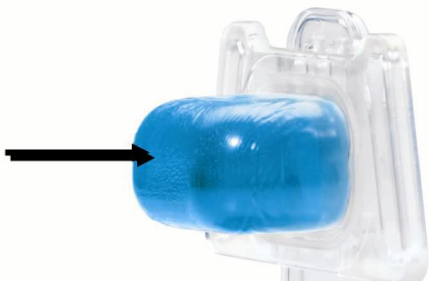
呼吸机的连接方式

- 接口或口含管
- 面罩
- 喉罩
- 气管插管
- 气管切开造口置管



鼻罩

柔软凝胶额垫



头带

一体化静音漏气口

内置瓣膜
衬于鼻周



外层柔软鼻垫



内层塑形







不同年龄气管导管的选择

年龄	导管内径 (mm)	气管导管从唇至气管中段的距离 (cm)
足月儿	3.0~3.5	11
1~6个月	3.5~4.0	11
6~12个月	4.0	12
2岁	4.5	13
4岁	5.0	14
6岁	5.5	15~16
8岁	6.0	16~17
10岁	6.5	17~18
12岁	7.0	18~20
14岁以上	7.5~10	20~26

呼吸机模式选择

无创呼吸机

- 无创正压通气（NPPV）是指**无需建立人工气道**的正压通气，常通过鼻/面罩等方法连接病人。
- 具有呼吸功能不全的表现，并且无使用NPPV 的禁忌症均可试用NPPV。



呼吸机模式选择

无创呼吸机

- 最常用的两种通气模式：
 - 持续气道正压（CPAP）
 - 双水平正压通气（BiPAP）
- 参数调节原则：IPAP/EPAP均从较低水平开始，患者耐受后逐渐上调，直到适合。

无创正压通气

双水平模式 (BiPAP) 参数设置常用参考值

参数	常用值
IPAP/潮气量	10~25cmH ₂ O/ 7~10ml/kg
EPAP	3~5cmH ₂ O (I型呼吸 衰竭时用4~12cmH ₂ O)
后备频率 (T模式)	10~20次/min
吸气时间	0.8~1.2s

有创呼吸机

基本模式

一、根据吸气向呼气的切换方式不同可分为“**定容**”型通气和“**定压**”型通气。

- **定容型通气**：呼吸机以**预设通气容量来管理通气**，即呼吸机送气达预设容量后停止送气，依靠肺、胸廓的弹性回缩力被动呼气。
- 常见的定容通气模式有容量控制通气（**VCV**）、容量辅助-控制通气（**V-ACV**）、间歇指令通气（**IMV**）和同步间歇指令通气（**SIMV**）等，也可将它们统称为**容量预置型通气（VPV）**。

有创呼吸机

基本模式

- **定压型通气**：以气道压力来管理通气，当吸气达预设压力水平时，吸气停止，转换为呼气，故定压性通气时，气道压力是设定的独立参数，而通气容量（和流速）是从属变化的，与呼吸系统顺应性和气道阻力相关。
- 常见的定压型通气模式有压力控制通气（**PCV**）、压力辅助控制通气（**P-ACV**）、压力控制-同步间歇指令通气（**PC-SIMV**）、压力支持通气（**PSV**）等。

有创呼吸机

基本模式

二、根据开始吸气的机制可分为**控制通气**和**辅助通气**。

- **控制通气（CV）**：呼吸机完全代替病人的自主呼吸，呼吸频率、潮气量、吸呼比、吸气流速完全由呼吸机控制，**呼吸机提供全部的呼吸功**。
- **CV**适用于严重呼吸抑制或伴呼吸暂停的病人。

有创呼吸机

基本模式

- **辅助通气 (AV)**：依靠患者的吸气努力触发或开启呼吸机吸气活瓣实现通气，当存在自主呼吸时，气道内轻微的压力降低或少量气流触发呼吸机，按预设的潮气量（定容）或吸气压力（定压）将气体输送给病人，**呼吸功由病人和呼吸机共同完成。**
- **AV**适用于呼吸中枢驱动稳定的病人。

有创呼吸机

常见模式

1、辅助控制通气

- 辅助控制通气（**ACV**）是辅助通气（**AV**）和控制通气（**CV**）两种通气模式的结合。
- 参数设置：
 - 容量切换**A-C**：触发敏感度、潮气量、通气频率、吸气流速/流速波形
 - 压力切换**A-C**：触发敏感度、压力水平、吸气时间、通气频率
- 特点：**A-C**为ICU病人机械通气的常用模式，可提供与自主呼吸基本同步的通气，但当病人不能触发呼吸机时，**CV**可确保最小指令分钟通气量，以**保证自主呼吸不稳定病人通气安全**。

有创呼吸机

常见模式

2、同步间歇指令通气

- 同步间歇指令通气(**SIMV**)是自主呼吸与控制通气相结合的呼吸模式。
- 参数设置：潮气量、流速/吸气时间、控制频率、触发敏感度，当压力控制**SIMV**时需设置压力水平及吸气时间。
- 特点：通过设定**IMV**的频率和潮气量确保最低分钟量；能与自主呼吸相配合，减少与呼吸机的拮抗，减少正压通气血流动力学负效应，并防止潜在并发症；可用于长期带机者的撤机；可减轻呼吸肌萎缩。

有创呼吸机

常见模式

3、压力支持通气

- 压力支持通气（**PSV**）属于部分通气支持模式，是病人触发、压力目标、流量切换的一种机械通气模式。
- 参数设置：压力、触发敏感度，有些呼吸机有压力上升速度、呼气敏感度。
- 特点：设定水平适当，则少有人-机对抗，可有效减轻呼吸功，增加病人吸气努力的有效性，以恒定压力与流速波形的通气辅助，在病人需要和呼吸机送气完全协调方面并不是理想的；对血流动力学影响较小；可应用于撤机过程。

有创呼吸机

常见模式

4、持续气道正压

- 持续气道正压（**CPAP**）是在自主呼吸条件下，整个呼吸周期以内（吸气及呼气期间）气道均保持正压，患者完成全部的呼吸功，是呼气末正压（**PEEP**）在自主呼吸条件下的特殊技术。
- 参数设置：仅需设定 **CPAP**水平
- 特点：具有**PEEP**的各种优点和作用，如增加肺泡内压和功能残气量，增加氧合，防止气道和肺泡的萎陷，改善肺顺应性，降低呼吸功。

有创呼吸机

常见模式

5、双水平气道正压通气

- 双水平气道正压通气（**BIPAP**）是指自主呼吸时，交替给予两种不同水平的气道正压，高压水平（**P_{high}**）和低压水平（**P_{low}**）之间定时切换。
- 参数设置：高压水平、低压水平即**PEEP**、高压时间（**T_{insp}**）、呼吸频率、触发敏感度
- 特点：**BIPAP**通气时气道压力周期性地在高压水平和低压水平之间转换，每个压力水平，双向压力的时间比均独立可调；应用**BIPAP**比**CPAP**对增加病人的氧合具有更明显作用；**BIPAP**通气时可有控制通气向自主呼吸过度，不用变更通气模式直至脱机。

呼吸机参数的选择

通气参数的调整，需结合血流动力学与通气、氧合监护

1、潮气量的设定

- 应确保足够的气体交换及病人的舒适性。容控模式下，通常依据理想体重选择**6-8ml/Kg**（近年建议行小潮气量通气），避免平台压低于**30-35cmH₂O**；压控模式下，能否达到需要的目标潮气量，最终应根据血气分析进行调整。

2、呼吸频率的设定

- 原则上：成人通常设定为**12-20次/分**。

呼吸机参数的选择

3、流速调节

- 成人常用的流速可设置在**40-60L/min**之间。

4、吸气时间（I：E设置）

- 自主呼吸患者通常设置吸气时间为**0.8-1.2秒**或吸呼比为**1：1.5—2**；
- 控制通气患者，为抬高平均气道压改善氧合，可适当延长吸气时间及吸呼比。

呼吸机参数的选择

5、触发灵敏度调节

- 一般情况下，压力触发常为 -0.5 — $-1.5\text{cmH}_2\text{O}$ ，流速触发常为 2 - $5\text{L}/\text{min}$ 。

呼吸机参数的选择

6、吸入氧浓度 (F_{iO_2})

- 机械通气初始阶段，可给高 F_{iO_2} (100%) 以迅速纠正严重缺氧；
- 后依据目标 P_{aO_2} 、PEEP水平、MAP水平和血流动力学状态，酌情降低 F_{iO_2} 至50%以下，并设法维持 $S_{aO_2} > 90\%$ 。

呼吸机参数的选择

7、PEEP 的设定

- 设置**PEEP**的作用是使萎陷的肺泡复张、增加平均气道压、改善氧合，减少回心血量减少左室后负荷，克服**PEEP_i**引起呼吸功的增加。

机械通气后的监护及管理

（一）呼吸机治疗期间的监测

- 1.经验检测
- 2.呼吸功能监测
- 3.血气分析
- 4.血流动力学监测

机械通气后的监护及管理

(二) 呼吸机治疗期间的管理

- **1.呼吸机管理** 机械通气湿化：湿化温度：**34-37°C**，湿化罐更换：**4-5天**，机械通气管路更换：**2-4天**。管路湿化器加热方法，注意管路液体清除，注意不要将管路液体排到气道或湿化罐内，不要污染管路。
- **2.人工气道管理**
- **3.患者管理**

呼吸机的撤离

机械通气的撤离过程是一个重要的临床问题，当病人机械通气的病因好转后，应尽快开始脱机前准备。

- 撤机前筛查试验
- 自主呼吸试验（SBT）

撤机前筛查试验

- (1) 导致机械通气的病因好转或祛除；
- (2) 氧合指标：
 - $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 > 150-200\text{mmHg}$ ； $\text{PEEP} \leq 5-8\text{cmH}_2\text{O}$ ； $\text{FiO}_2 \leq 0.4 - 0.5$ ； $\text{pH} \geq 7.25$ ；
 - COPD病人： $\text{pH} > 7.30$ ， $\text{PaO}_2 > 50\text{mmHg}$ ， $\text{FiO}_2 < 0.35$
- (3) 血流动力学稳定，没有活动的心肌缺血，临床上没有显著的低血压（不需要血管活性药的治疗或只需要小剂量的血管活性药物如多巴胺或多巴酚丁胺， $< 5-10\text{ug/kg/min}$ ）；
- (4) 有自主呼吸的能力。

自主呼吸试验（SBT）

通过符合筛查试验条件的患者，应开始进行**3分钟自主呼吸试验（SBT）**。评估患者是否具有自主呼吸的能力。在**3分钟SBT**期间应密切观察病人的生命体征，若患者不能耐受，应立即停止试验，转为机械通气。若**3分钟SBT**通过，继续自主呼吸**30-120分钟**，如患者能够耐受应考虑脱机。

呼吸机的撤离

- 对于机械通气大于**24**小时不能脱机的患者，应尽快寻找原因。
- 通过筛查试验的患者，应进行自主呼吸试验（**SBT**）。对通过**SBT**的患者应评估气道开放程度和保护能力。
- 未通过**SBT**的患者，应采用不导致呼吸肌疲劳的机械通气方式，并查找**SBT**失败的原因。原因纠正后，**SBT**应每**24**小时进行一次。

呼吸机的撤离

- 对于术后病人应使用镇痛、镇静治疗方案和计划性呼吸机撤离方案。
- 长期机械通气患者应采用逐步降低机械通气水平和逐步延长自主呼吸时间的脱机策略。

